

УДК 621.791.03

## ОБ ОДНОМ ИЗ ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБОВ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

**С.А. ГРАЧЕВ, А.Н. ВЕРШИНИН**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»,  
Республика Беларусь*

Электродуговая сварка штучными электродами на переменном и постоянном токе широко используется на предприятиях машиностроительного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства, агропромышленного и нефтеперерабатывающих комплексов, а также в строительстве.

Большую часть производственного времени как сварочных трансформаторов, так и выпрямителей, составляет режим холостого хода, т. е. такой режим, когда трансформатор или выпрямитель подключены к питающей сети, но сварка не производится. Ток холостого хода при этом, в зависимости от мощности сварочного аппарата или выпрямителя, составляет от 10 до 20 А.

В данной статье приводится описание конструкции, принципа действия и опыта эксплуатации устройства ограничения напряжения холостого хода сварочного аппарата (УОНХХСА), применение которого позволяет значительно уменьшить ток холостого хода, а, следовательно, и потери мощности.

Ограничители напряжения холостого хода и раньше применялись при производстве сварочных работ в особо опасных условиях и условиях повышенной опасности. Это было обусловлено требованиями ГОСТ 12.2.007.8-75 «Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности». Однако они не нашли широкого распространения из-за применения в их конструкции электромагнитных контакторов в цепи сварочного тока, а также частых отказов при замыкании сварочной цепи. Кроме того, эти устройства (УСНТ) только снижали напряжение холостого хода, не отключая первичной обмотки трансформатора от сети. В результате потери мощности в режиме холостого хода не уменьшались.

В разработанных устройствах силовые полупроводниковые вентили (тиристоры, симисторы) включаются последовательно с первичной обмоткой трансформатора или сварочного выпрямителя. Такое схемное решение позволяет не только снизить напряжение холостого хода на сварочном электроде, но и уменьшить более чем в сто раз ток первичной обмотки. При этом снижаются потери мощности в стали и меди трансформатора, а также в подводящих линиях.

Принципиальная схема устройства УОНХХСА и схема подключения его к сварочному трансформатору  $T_c$  приведена на рис. 1.

В исходном состоянии (режим холостого хода) сварочная цепь разомкнута, тиристоры  $VS1$  и  $VS2$  закрыты, пониженное напряжение на первичную обмотку подается через последовательно включенные дроссель  $L$  и лампу  $HL1$ . Лампа  $HL1$  светится зеленым цветом, что указывает на то, что напряжение на вторичной цепи не превышает безопасного уровня, т. е. 12 В.

При касании электродом Э свариваемой поверхности вторичная цепь замыкается, и по ней начинает протекать небольшой ток, фиксируемый датчиком  $TA$ . Блок управления вырабатывает сигнал включения, который подается на управляющие электроды тиристоров  $VS1$  и  $VS2$ . Тиристоры, открываясь, шунтируют дроссель  $L$ . На первичную обмотку подается полное напряжение и зажигается сварочная дуга. Зеленая лампа  $HL1$  гаснет, а красная лампа  $HL2$  – тускло мерцает.

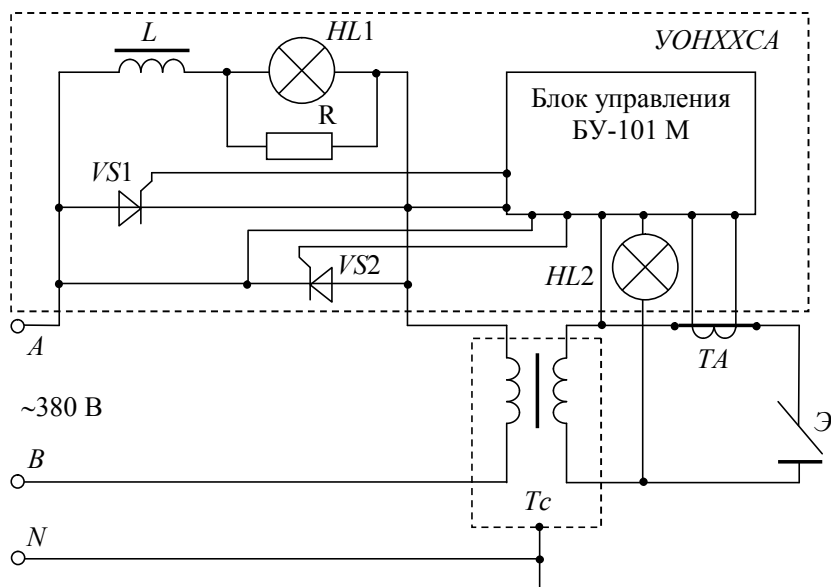


Рис. 1

После окончания сварки сварочная дуга разрывается, сигнал управления с  $VS1$  и  $VS2$  снимается, тиристоры закрываются, и сварочный трансформатор возвращается в режим ограничения напряжения холостого хода. Красная лампа  $HL2$  гаснет, а зеленая лампа  $HL1$  – загорается.

Для того, чтобы зажечь сварочную дугу необходимо электродом ударить по свариваемой поверхности.

Рассчитаем во сколько раз уменьшатся потери мощности в результате применения устройства на примере сварочного трансформатора ТДМ-503.

Ток холостого хода сварочного трансформатора, работающего без устройства, составляет:

$$I_{10} = \frac{0,13 I_{2н}}{K} = \frac{0,13 \cdot 500}{4,75} = 13,68 \text{ А}, \quad (1)$$

где  $I_{2н}$  – номинальный ток вторичной обмотки, А;  $K$  – коэффициент трансформации.

Потери мощности в меди первичной обмотки в режиме холостого хода:

$$\Delta P_{MO} = I_{10}^2 R_1 = 13,68^2 \cdot 0,164 = 30,7 \text{ Вт}, \quad (2)$$

где  $R_1$  – активное сопротивление первичной обмотки, Ом.

Потери мощности в меди первичной обмотки в номинальном режиме:

$$\Delta P_{M1} = I_{1н}^2 R_1 = 105,3^2 \cdot 0,164 = 1817,2 \text{ Вт}, \quad (3)$$

где  $I_{1н}$  – номинальный ток первичной обмотки, А.

Потери мощности в меди вторичной обмотки в номинальном режиме:

$$\Delta P_{M2} = I_{2н}^2 R_2 = 500^2 \cdot 0,003 = 750 \text{ Вт}, \quad (4)$$

где  $I_{2н}$  – номинальный ток вторичной обмотки, А;  $R_2$  – активное сопротивление вторичной обмотки, Ом.

Полные потери мощности в трансформаторе при номинальном сварочном токе:

$$\Delta P_{ном} = U_{1н} I_{1н} \cos \varphi_n (1 - \eta_n) = 380 \cdot 105,3 \cdot 0,56 \cdot (1 - 0,86) = 3137 \text{ Вт}. \quad (5)$$

Мощность потерь в стали сварочного трансформатора:

$$\Delta P_c = \Delta P_{ном} - \Delta P_{M1} - \Delta P_{M2} = 3137 - 1817,2 - 750 = 570 \text{ Вт.} \quad (6)$$

Суммарная мощность потерь в сварочном трансформаторе без применения устройства:

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_{MO} + \Delta P_c = 30,7 + 570 = 600,7 \text{ Вт.} \quad (7)$$

В случае применения устройства, напряжение на первичной обмотке трансформатора падает до 57 В. Потери в стали при этом уменьшаются пропорционально квадрату первичного напряжения. Следовательно, потерями в стали можно пренебречь.

Снижение потерь мощности вследствие применения устройства будет равно суммарным потерям мощности в трансформаторе по (7):

$$P_{эп} = \Delta P_{x.x.} \quad (8)$$

Потерями мощности в подводящей линии после применения устройства тоже можно пренебречь. Снижение потерь мощности в подводящей линии после применения устройства можно принять равным 10 % от мощности, потребляемой трансформатором:

$$P_{эл} = 0,1 P_n = 0,1 U_{1н} I_{1н} \cos \varphi_n \eta_n = 0,1 \cdot 380 \cdot 105,3 \cdot 0,56 \cdot 0,86 = 1927 \text{ Вт.} \quad (9)$$

Экономия электроэнергии при односменной работе и расчетной  $ПН = 60 \%$  (паспортное значение) за смену составит:

$$\mathcal{E}_{см} = [P_{эп}(1 - ПН) + P_{эл} ПН] \cdot \frac{T_{см}}{100} = (600,7 \cdot 40 + 1927 \cdot 60) \cdot \frac{8}{100} = 11,172 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (10)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час.

Годовая экономия электроэнергии при расчетном режиме работы (т. е. при  $ПН = 60 \%$ ) составит:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E}_{см} N_{p.г.} = 11,172 \cdot 264 = 2949,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (11)$$

где  $N_{p.г.} = 264$  – количество рабочих дней в году.

Разработанное устройство позволяет не только обеспечить безопасность проведения сварочных работ в опасных условиях и условиях повышенной опасности, но и дает возможность значительно экономить электроэнергию.

*Получено 11.03.2004 г.*